

Studentská Vědecká Konference 2011

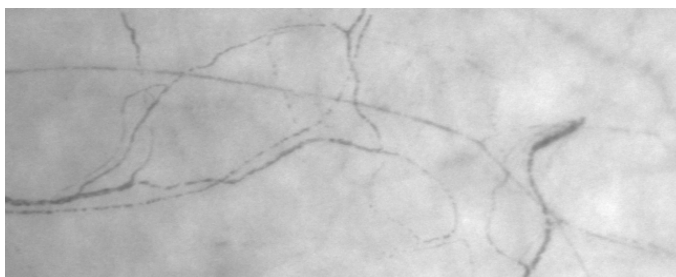
STABILIZACE A ANALÝZA VIDEOSEKVENCÍ KREVNÍCH MIKROCIRKULACÍ

Jaroslav KOTĚŠOVEC¹

1 ÚVOD

Pro studie krevních mikrocirkulací se využívá technika zvaná Haemoglobin video imaging. Optickou monochromatickou kamerou s vysokým rozlišením se pomocí mikroskopu získává 30 snímků za sekundu, které zachycují mikrocirkulace v oční spojivce. Rozlišení umožňuje rozpoznat jednotlivé červené krvinky. Spojivka je nasvícena zeleným světlem (520-600nm), které je pohlcováno krevním barvivem (hemoglobinem) a na snímcích se tedy krev jeví jako tmavší odstín šedi na světlejším pozadí. Provádí se výzkum na různých pracovištích, zda-li je možné z těchto pozorování provést efektivně diagnostiku určitých nemocí.

Lidské oko neustále provádí drobné pohyby, které při tak velkém zvětšení způsobují významné chvění obrazu a není možné v takové sekvenci něco vypořizovat nebo provést nějakou analýzu. Prvním krokem je tedy stabilizace, kterou velmi úspěšně zrealizoval Dr Tom Drummond z Univerzity v Cambridge. Ve své diplomové práci se na toto snažím navázat a cílem je z nahrané a stabilizované sekvence snímků poloautomaticky nebo automaticky detekovat a pospojovat tepny a žilky do krevního stromu. Potom je možné analyzovat další vlastnosti proudící krve, jako je směr, rychlost toku, periodicita a případně další. Na obr. 1 je vidět ukázka pořízeného obrazu.

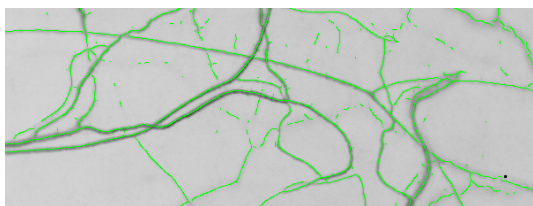


Obr. 1: Haemoglobin video imaging

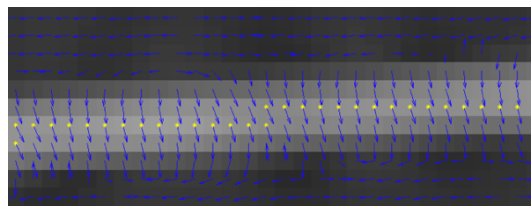
2 ANALÝZA VIDEO SEKVENCÍ

Pro sestavení krevního stromu je důležité využít informaci z celé dostupné sekvence snímků, protože v jednom snímku vidíme jen části žilek, které jsou v ten okamžik naplněné krví. Jestliže spočítáme rozdíly mezi sousedními snímky, získáme informaci o změnách, které mezi jednotlivými snímky nastaly. Následně sečteme tyto rozdíly v absolutní hodnotě a vidíme tak v jednom snímku všechny změny, které v sekvenci proběhly. Na obrázku č.2 je zřejmé, že tímto procesem došlo také k výraznému potlačení pozadí a je tedy pro další zpracování podstatně vhodnější.

¹ Jaroslav Kotěšovec, student navazujícího studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Matematické inženýrství, e-mail: athli@students.zcu.cz



Obr. 2: Součet rozdílů z celé sekvence.



Obr. 3: VL. čísla, vektory a lokální minima.

Zelené čáry představují detekované žilky. Princip této detekce je stejný, jaký použil Dr Tom Drummond při stabilizaci, aby našel středy žilek a následně je použil pro registraci sousedních snímků. Nejdříve se obraz lehce rozmaže pomocí konvoluce s Gaussovo funkcí, což obraz vyhladí a umožní efektivní použití diferenciálního počtu. Následně se pro každý pixel v obraze spočte Hessova matice, kde její největší vlastní číslo popisuje míru změny a vlastní vektor její směr. Toho je následně využito k detekci lokálních minim, tedy středů žilek. Na obr. 3 představují stupně šedi velikost největšího vlastního čísla pro každý pixel, šipky ukazují směr vlastních vektorů a žluté body jsou detekované minima ve směru vlastních vektorů.

Jakmile je umístění žilek detekováno, provádím další analýzu, která mi pomůže rozhodnout, jak správně žilky pospojovat nebo jestli se jedná o falešnou detekci. Užitečnou informací, nejen pro vytváření krevního stromu, ale i pro diagnostické účely může být průměrná rychlost a směr toku v jednotlivých žilkách. To znamená, že potřebuji zjistit jak se krev v žilce posunula vždy mezi sousedícími snímky. Osvědčila se mi metoda, kdy posloupnost denzit ve zkoumané žilce na sousedních snímcích uvažuji jako dva signály a používám vzájemnou korelaci pro určení největší podobnosti při jejich vzájemném posunu. Tím získám informaci o kolik se krevní sloupec posunul a mohu určit rychlost a směr.

3 ZÁVĚR

Krevní mikrocirkulace se studují řadu let a představují potenciální diagnostický nástroj pro nemoci, které souvisejí s poruchami vaskulárního systému. Manuální analýza, bez pomoci moderní výpočetní techniky je velmi zdoluhavá a v řadě případech nemožná. Tato práce má potenciál urychlit posuzování Hemoglobinových videosekvencí a také umožnit analýzu nových kvantifikací, které dříve nebyly studovány. V současnosti stále pokračuji na návrhu a testování efektivních algoritmů, které by dokázali spolehlivě detekovat krevní strom a jeho vlastnosti. Velmi spolehlivě funguje určování rychlosti a směru toku krve, které se společně s dalšími vlastnostmi snažím využít pro správné sestavení krevního stromu. Pro všechna měření navrhuji i algoritmy určující spolehlivost naměřených dat, protože v řadě případů ani není možné některé hodnoty určit z důvodu rozostřování obrazu a dalších artefaktů. Je tedy nutné lékařům poskytnout nejen naměřené hodnoty, ale i jejich spolehlivost.

Poděkování: Tato práce by nemohla vzniknout bez odborné pomoci vynikajících lékařů Paula Mayera a Frances Hall z Addenbrooke's Hospital v Cambridge, kteří se zabývají výzkumem krevních mikrocirkulací. Velké díky také patří Dr Tomovi Drummondovi, který mi poskytl zdrojové kódy provádějící stabilizaci obrazu a v neposlední řadě děkuji společnosti Systems Support, která mi zprostředkovává návštěvy Addenbrooke's hospital v Cambridge.